

筋電位センサを用いた和太鼓の「脱力」技能分析に関する一考察

中塚 智哉*¹
Tomoya Nakatsuka

松田 浩一*¹
Koichi Matsuda

*¹ 岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科
IWATE Prefectural University Graduate School

In this study, we measured the muscle potential of taiko performers, and tried to visualization of the Datsuryoku skill by comparing the subjective evaluation and muscle potential. As a result, the relationship was observed trend of subjective evaluation and muscle potential.. From this fact, we were able to visualize the Datsuryoku skills from muscle potential. Moreover, it was possible to classify the changes in the myoelectric potential of performers. From the above, it was suggested that can evaluate the Datsuryoku skills.

1. はじめに

現在、日本では様々な地域の和太鼓団体が、学校での講演や式典のオープニングセレモニーなどで演奏イベントを行っている[1]。また、ワークショップという形で全国を回り、和太鼓の稽古を行っている団体もある[2]。

しかし、和太鼓指導者の減少によって直接指導の機会が減り、将来的に和太鼓の技能継承が困難になることが危惧されている。また、和太鼓の技能の中には指導者の指導内容が伝わりにくいものがあり、そういった性質の技能は、直接何度伝えても学習者が意図や自分の状態を理解できない状態が長期に続くことが多い。

指導内容が伝わりにくい和太鼓技能の 1 つに、「脱力」と呼ばれるものがある。脱力とは、「バチを太鼓の面に当てる(以下、インパクト)直前に、腕の力を抜く技能である。この脱力をすることで、演奏の音が良くなるのが経験的に分かっており、和太鼓において重要な技能だと言える。

しかし、脱力は前述した「指導内容が伝わりにくい技能」の 1 つである。その理由は二つある。

一つ目は、脱力とは「力の抜き」であり、学習者が最初に教えられる、和太鼓を強く打つという指導と反していること、二つ目は、脱力は技能の視認や言葉の表現が困難であり、感覚的な要素が強いということである。そのため、学習者は手探りで技能の練習を行うことになり、指導者は脱力の指導内容をどう伝えたらいいか試行錯誤を続けることとなる。

脱力技能に関する研究として、中里ら[3]が行ったものがある。中里らは、和太鼓の学習要素の一つとして脱力を選定し、加速度と角速度のデータを用いて脱力の可視化を行っている。しかし、脱力とは「力の抜き」であり、加速度・角速度のデータだけでは演奏者が実際に脱力をしたのかどうかの裏付けがない状態である。そこで本研究では、演奏者が実際に使っている力に着目し、それを定量的に捉えることで和太鼓の脱力技能を可視化することを目的とする。実際の力を定量的に捉える方法として、人間の筋肉が働いた時に微弱に発生する電位(筋電位)に着目した。和太鼓演奏者の演奏中の筋電位を計測し、そのデータから脱力技能の可視化を目指す。

2. 和太鼓における脱力技能

2.1 和太鼓演奏における脱力

(1) 脱力と演奏の音の良さ

和太鼓における良い音の要素として、「音の響き」がある。脱力は、その響きを生み出すのに必要な技能である。和太鼓における演奏は、バチを持った腕を振り下ろし、そのバチを太鼓の面に当てることで実現される。バチが太鼓に当たることにより、太鼓の皮が振動して音を生み出す。このとき、腕に無駄な力が残ったまま太鼓を叩いてしまうと、バチが皮に接している時間が長くなってしまい、音の響きが失われてしまう。この無駄な力を無くすために、演奏者は脱力を行っている。

(2) 脱力の流れとポイント

脱力に関して、岩手県洋野町種市の「種市海鳴太鼓」の協力を得て、演奏を指導している指導者へヒアリングを行った。その結果、脱力技能の流れ(図 1)について知ることができた。指導者は、脱力ができているかを判断する点として、「手首の返し始めで力が入っているか」、「インパクトの直前に力が抜けているか」という 2 点を挙げていた。

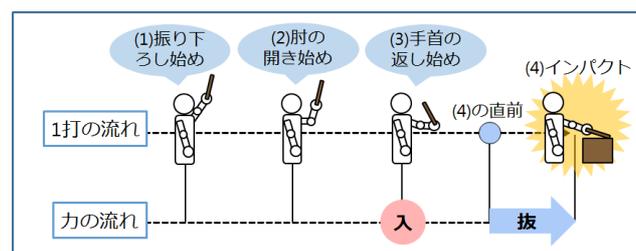


図 1: インパクトまでの流れ

2.2 脱力技能における課題

練習における脱力技能の課題として、自身の脱力の出来を判定し辛い問題、力を抜くタイミングを把握できない問題がある。現在の脱力技能の学習環境では、指導者が「小指」や「肩」などの言葉を使って指導をしているが、なかなか伝えたいことが伝わらず、指導者側も指導方法に困っているという現状がある。脱力を練習する学習者も、手探りで練習を行うことになってしまう。

3. アプローチ方法

3.1 脱力の可視化方法

脱力とは和太鼓演奏中の「力の抜き」であり、演奏者が加えている力の量が分かれば脱力を可視化できると考えた。その力の量を捉えるために、本研究では筋の活動状態を知る方法として用いられる筋電図法[4]に着目した。これは、皮膚上に電極を貼り付け、その電極を通して筋電位(図 2)を導出し、それを筋電図として視覚化することにより、動作に対応してどの筋がどの時点、どの程度活動しているかを知ることができる方法であり、動作解析で主に用いられるものである。

この筋電図法を用いて和太鼓演奏者の筋電位を計測することで、筋電位から脱力技能を可視化できるのではないかと考えた。そこで、予備実験として、種市海鳴太鼓の指導者を対象に、和太鼓演奏中の筋電位を計測する実験を行った。

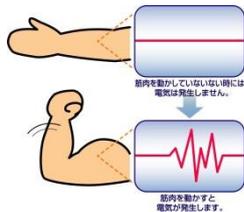


図 2：筋電位のイメージ図

3.2 予備実験

岩手県洋野町の「種市海鳴太鼓」の協力を得て、和太鼓指導者の筋電位を計測する実験を行った。この実験は、脱力を習得している指導者の筋電位から、技能の有無を確認できるか調査するものである。

(1) 実験環境

演奏者の筋電位を計測するために、図 3 のような 2 極湿式筋電位センサ(ロジカルプロダクト社製、ワイヤレス EMG ロガー LP-MS1002、振幅率 500 倍)を用いた。筋電位を計測する被験筋は、和太鼓の演奏動作と類似しているハンマーや金槌を振り下ろす動作で働く尺側手根屈筋(図 4)を選定し[5]、筋電位センサを設置した(図 5)。

演奏者の位置の横側(利き手側)に 200fps のカメラを設置し、演奏の様子(図 6)を確認できるような撮影を行った。また、筋電位センサで計測するデータとカメラで撮影する映像を同期して記録できるシステムを用いて、データの取得を行った。



図 3：2 極式筋電位センサ

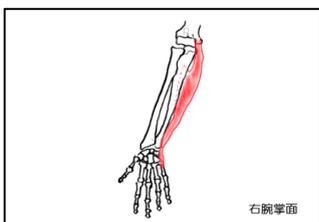


図 4：尺側手根屈筋



図 5：筋電位センサの設置位置



図 6：指導者の演奏の様子

(2) 実験内容

- 被験者: 指導者 1 名(男性, 経験 16 年)
- 被験筋: 利き腕の尺側手根屈筋
- 打ち方: 左右 8 打ずつ交互に打つ
- 備考: 計測と同時に演奏動作を 200fps のカメラで撮影

(3) 予備実験結果

種市海鳴太鼓の指導者へのヒアリングから分かった「理想の脱力の流れ」と筋電位波形を同期させて比較を行った。

指導者の筋電位波形(図 7)を見ると、手首の返し始め(3)で筋電位波形が上昇していることが分かる。これは手首の返し始めで指導者の力が入っていることを意味し、理想の脱力の流れと一致する。また、インパクト(4)の直前から筋電位波形が大きく下降していることが分かる。これは、インパクトの直前で力が抜けていることを意味し、理想の脱力の流れと一致する。

この結果から、脱力の重要なポイントである 2 点と筋電位波形の結果が一致し、筋電位から脱力技能の有無を確認できたとかんがえられる。

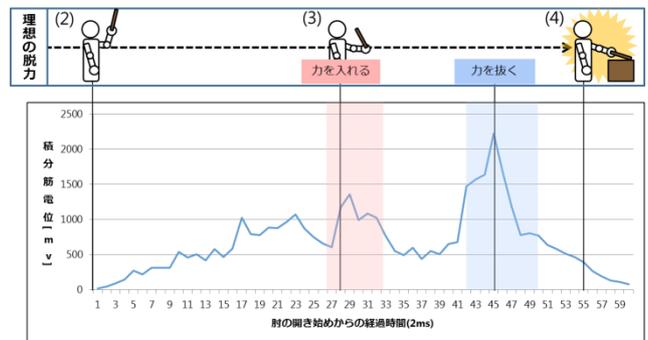


図 7：指導者の筋電位波形

(4) 考察

波形の分析を、脱力において重要とされている「手首の返し始め」と「インパクト」の 2 点に注目して行ったところ、指導者の

筋電位波形からは脱力技能を確認することができたが、経験年数の違う演奏者でも同様に脱力を確認できるか調査する必要があると感じた。また、その際、「手首の返し始め」と「インパクト」の 2 点から、脱力技能を評価できるのではないかと考えた。

4. 分析手法

4.1 筋電位波形の分割

和太鼓演奏者の筋電位波形を 1 打ごとに分割し、それぞれの打叩について脱力ができていたかどうか判定を行う。分割範囲は、筋電位が反応し始める「肘の開き始め」から「インパクト後に腕が静止するまで」とする(図 8)。

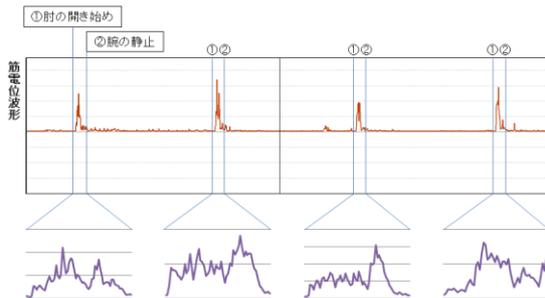


図 8：筋電位波形の分割イメージ

4.2 脱力の判定

以下の手順により、手作業で脱力の判定を行った。

- 分割した 1 打分の波形の特徴点を決定する
 - 演奏者の映像と筋電位波形を同期して表示できるシステムを用いて判断する
 - 特徴点は、指導者の脱力の評価点となっている「手首の返し始め」(図 9 (a))と、「インパクト」(図 9 (b))の 2 点
- 特徴点周辺の筋電位波形の変化を観察し、脱力を判定
 - 筋電位が高い値を示している部分は「力を入れている状態」、低い値を示している部分は「力を入れていない(抜いている)状態」とする
 - 指導者の脱力評価基準として、「手首の返し始めに力が入っているか」と「インパクトの直前で力が抜けているか」がある
 - 脱力評価基準の 2 点と筋電位から読み取れる状態が一致した場合、それを「脱力ができている 1 打」とする
- 他の打叩に関しても同様に判定を行う

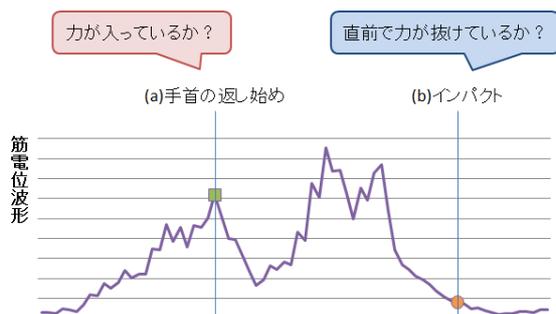


図 9：筋電位波形の脱力判定イメージ

5. 実験と考察

本実験では、演奏経験の異なる複数の被験者の利き腕に筋電位センサを取り付け、その状態で和太鼓を叩いてもらう。その後、被験者ごとに筋電位グラフを作成し、脱力において重要な点に着目して技能の判定を行い、技能差が表れるか観察を行う。

5.1 実験環境

予備実験と同様に行う。

5.2 実験内容

- 被験者: 和太鼓経験者 3 名 (すべて男性)
 - 指導者が選定した上級者(経験 10 年), 中級者(経験 3 年), 初級者(経験 1 年)
 - 演奏後に指導者がそれぞれの演奏で脱力ができていたか評価を行う
- 被験筋: 利き腕の尺側手根屈筋
- 打ち方: 左右 8 打ずつ交互に打つ
- 備考: 計測と同時に演奏動作を 200fps のカメラで撮影

5.3 実験結果と考察

脱力において重要な 2 点である「手首の返し始め」と「インパクト」に注目して分析を行う。

(1) 上級者

上級者の筋電位波形(図 10)を見ると、手首の返し始め直前から筋電位波形が上昇していることが分かる。これは、手首の返し始めで力が入っていることを意味し、理想の脱力の流れと一致する。また、インパクトの直前から筋電位波形が下降していることが分かる。これは、インパクトの直前で力が抜けていることを意味し、理想の脱力の流れと一致する。これらの結果から、この上級者の 1 打は脱力ができていると言える。

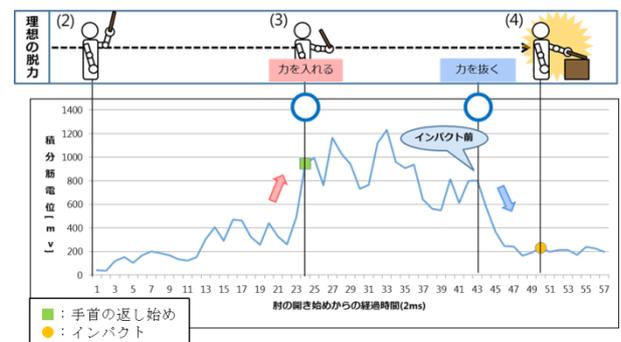


図 10：上級者の筋電位波形

(2) 中級者

中級者の筋電位波形(図 11)を見ると、手首の返し始め直前から筋電位波形がゆるやかに上昇していることが分かる。これは、手首の返し始めで力が入っていることを意味し、理想の脱力の流れと一致する。しかしその後、力を抜くべきであるインパクトの直前から筋電位が大きく上昇していることが分かる。その結果、インパクトでは力が抜け切れておらず、インパクト後に力が抜けている。これは、力の抜きができていないことを意味し、理想の脱力の流れと一致しない。これらの結果から、この中級者の 1 打は脱力ができていないと言える。

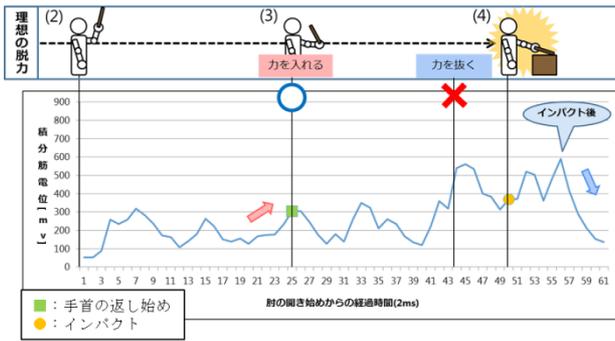


図 11：中級者の筋電位波形

(3) 初級者

初級者の筋電位波形(図 12)を見ると、手首の返し始めの前に筋電位波形が上昇し切っていることが分かる。これは、手首の返し始めより前に力が入っていることを意味し、力の入れが早いために理想の脱力の流れと一致しない。また、インパクトの直前ではなく、手首の返し始めが終わった後に力が抜けていることが分かる。こちらも、力の抜きが早いために理想の脱力の流れと一致しない。これら結果から、この初級者の 1 打は脱力ができていないと言える。

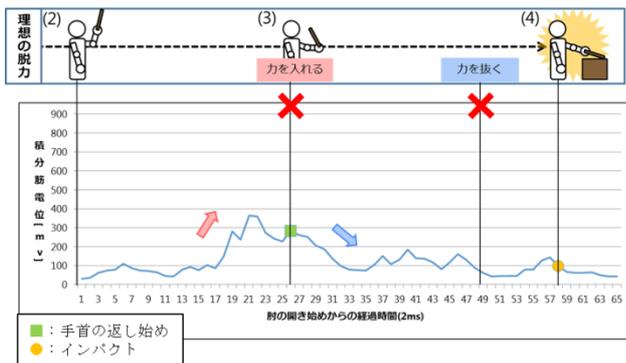


図 12：初級者の筋電位波形

(4) 波形のパターン分け

被験者から計測した筋電位波形に、いくつかのパターンが見られた(表 1)。パターン A は上級者に多く見られたもので、脱力ができていると予想されるパターンである。パターン B は中級者に多く見られたもので、脱力はできていないと予想されるパターンである。パターン C は初級者に多く見られたもので、脱力はできていないと予想されるパターンである。

表 1：筋電位波形のパターンと特徴

		筋電位からの評価
パターンA (上級者に多)	<ul style="list-style-type: none"> 手首の返し始めで力が入っている インパクト直前で力が抜けている 	脱力ができている
パターンB (中級者に多)	<ul style="list-style-type: none"> 手首の返し始めで力が入っている インパクトの後に力が抜けている 	脱力ができていない
パターンC (初級者に多)	<ul style="list-style-type: none"> 手首の返し始めの前に力が入っている 力が入った後すぐに力が抜けている 	脱力ができていない

(5) 本実験のまとめ

被験者ごとの 8 打中のパターン数、筋電位波形から予想される技能評価及び実験後の指導者の技能評価をまとめた(表 2)。

上級者はパターン A が 5 打、パターン B が 3 打、パターン C が 0 打であり、脱力ができていると予想されるパターン A が最も多く見られたため、筋電位評価は「脱力はできている」となった。指導者の評価も「脱力はできている」であり、筋電位と指導者の評価が一致した。

中級者はパターン A が 2 打、パターン B が 6 打、パターン C が 0 打であり、脱力ができていないと予想されるパターン B が最も多く見られたため、筋電位評価は「脱力はできていない」となった。指導者の評価も「かんだ打ち方で、脱力はできていない」であり、筋電位と指導者の評価が一致した。

初級者はパターン A が 0 打、パターン B が 1 打、パターン C が 7 打であり、脱力ができていないと予想されるパターン C が最も多く見られたため、筋電位評価は「脱力はできていない」となった。指導者の評価も「力を入れるのが早く、脱力はできていない」であり、筋電位と指導者の評価が一致した。

この結果から、和太鼓演奏者の筋電位波形をパターンで見ることにより、脱力技能を評価できる可能性が示唆されたと言える。

表 2：各被験者の波形パターン数、筋電位評価及び指導者評価

	パターンA	パターンB	パターンC	筋電位評価	指導者評価
上級者	5	3	0	脱力は○	脱力は○
中級者	2	6	0	脱力は×	かんだ打ち方 脱力は×
初級者	0	1	7	脱力は×	力が入りが早い 脱力は×
(指導者)	7	1	0	脱力は○	

6. おわりに

本研究では、和太鼓演奏者の筋電位を計測し、指導者の評価と筋電位波形を比較することで脱力技能の可視化を試みた。その結果、筋電位波形と指導者の経験則が一致し、筋電位から脱力技能を可視化することができた。また、被験者の筋電位波形をパターン化することで、脱力技能を評価できる可能性が示唆された。

参考文献

[1]和太鼓グループ彩 -sai-, <http://wadaiko-sai.com/>, (2015年2月17日アクセス)
 [2]三宅太鼓, <http://www.miyaketaiko.com/ja/>, (2015年2月17日アクセス)
 [3]中里直樹, 松田浩一, 中里利則, “和太鼓のバチさばきにおける技能の可視化”, 情報処理学会, 第 138 回グラフィクスと CAD 研究会, Vol.2010-CG-138, NO.8, 2010
 [4]木塚朝博, 増田正, 木竜徹, 佐渡山亜兵, “バイオメカニズム・ライブラリー 表面筋電図”, 東京電気大学出版局, P ii, 2006
 [5]左 明, 山口典孝, “カラー図解 筋肉のしくみ・はたらき事典”, 株式会社, 西東社, P56, 2011